Über einen neuen Befund von Centrosomen in Ganglien- und Knorpelzellen

Josef Schaffer in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Jänner 1896.)

Bei dem lebhaften Interesse, welches gegenwärtig die Frage nach dem Vorkommen von Centrosomen in den verschiedenen Zellarten besitzt, dürfte jede Mittheilung über einen neuen Fundort dieser eigenthümlichen Gebilde gerechtfertigt erscheinen. Hat man erst einen Überblick über das Vorkommen der Centrosomen, dann werden sich auch bestimmtere Schlüsse betreffs ihrer physiologischen Bedeutung gewärtigen lassen.

In dieser Richtung ist der neueste Befund v. Lenhossék's[1] an den Ganglienzellen des Frosches, wie er selbst betont, von grosser Bedeutung, da er das Vorkommen von Centrosom und Sphäre in hoch differenzirten Zellformen betrifft, »die nicht nur von ihrer vorhergehenden Theilungsphase durch lange Zeiträume geschieden sind, sondern für die auch in Zukunft keine Theilung mehr in Aussicht steht«.

Eine ähnliche Bedeutung besitzt der von Meves[2] erbrachte Nachweis von Centrosomen und Sphären in den Zellen des Sesamknorpels in der Achillessehne des Frosches.

Ich selbst möchte im Folgenden kurz auf den Befund von Centrosomen in Zellen hinweisen, welcher mit dem der

[1] Centrosom und Sphäre in den Spinalganglienzellen des Frosches. Arch. für mikr. Anat., Bd. 46, 1895, S. 345.

Über die Zellen des Sesambeines in der Achillessehne des Frosches *(Rana temporaria)* und über ihre Centralkörper. Ebendort S. 133.

genannten Autoren grosse Analogien bietet und den ich gelegentlich anderer Untersuchungen machte. Eine weitere Verfolgung dieser Befunde ist gegenwärtig von mir nicht beabsichtigt. Der erste Fall betrifft die eigenthümlichen Knorpelzellen im Zungenbeinkiel von *Myxine glutinosa*.

Dieser Knorpel, dessen feinerer Bau ein besonderes Interesse beansprucht und an anderer Stelle genauer beschrieben werden soll, hat grosse Ähnlichkeit mit dem Sesam- oder Pseudoknorpel (Stadelmann) in der Achillessehne des Frosches. Die ausgebildeten Zellen desselben stellen grosse (bis zu 60 μ messende), glasartig durchsichtige, rundliche oder polygonale Gebilde dar, welche mangels jeglicher Körnung ihres Protoplasmaleibes besondere Structuren desselben leicht und deutlich erkennen lassen. Die Kerne dieser Zellen besitzen mannigfache Gestalt; sie können kugelig, ovoid, gebuchtet oder auch tief gelappt sein. In vielen Fällen finden sich zwei und mehr (bis zu vier) Kerne in einer Zelle, und nicht selten können Phasen einer directen Kernzerschnürung beobachtet werden, ähnlich wie es Meves für die Zellen des Sesamknorpels beschreibt.

Sämmtliche Kerne sind durch ein ungemein scharf ausgeprägtes und intensiv färbbares Chromatingerüst ausgezeichnet, das von einer deutlich wahrnehmbaren Kernmembran umschlossen wird, die an meinen in Pikrinsäure-Sublimat fixirten Präparaten nicht selten blasenförmig abgehoben erscheint. An solchen Kernen kann man dann auch deutlich die Lininfäden sehen, welche mit der Kernmembran die gleiche Färbbarkeit in Eosin besitzen. Einzelne Zellen ragen durch besondere Grösse ihres Zellleibes, sowie ihres kugeligen oder sprossenden Kernes hervor.

Diese vollentwickelten Zellen nehmen die Mitte des Knorpelquerschnittes ein; gegen seine Oberfläche nehmen sie an Grösse ab und erhalten einen dichteren, in Eosin sich deutlich roth färbenden Plasmakörper. Sie zeigen in den subperichondralen Lagen Formen und Anordnungen, welche unzweifelhaft auf eine stattfindende Vermehrung derselben hindeuten. Hier findet man auch gelegentlich Mitosen ihrer Kerne, welche durch eine ungemein scharf hervortretende achromatische Figur ausgezeichnet

sind. Im Protoplasma dieser Zellen nun findet man — und dies am leichtesten in den grossen Zellen der Mitte, deren Körper nach Haemalauneosinfärbung nur einen zarten Rosaton zeigt — bald näher, bald weiter vom Kern entfernt ein kleines Korn, das bei guter Beleuchtung mit einem starken Trockensysteme (VIII a von Reichert) noch deutlich wahrgenommen werden kann.

Es erscheint röthlich gefärbt mit Eosin, wenn die Extraction mit Alkohol im richtigen Momente unterbrochen wurde und liegt meist nackt im Protoplasma, wie dies neuestens A. Dehlers[1] in einigen Fällen auch von den Centralkörpern der kernhaltigen Erythrocyten sah, während Meves ein solches Vorkommen in den Zellen des Sesamknorpels beim Frosch vermisste.

In vielen Fällen findet man ein doppeltes Korn, dessen Hälften entweder enge aneinander gelagert die Gestalt eines Diplococcus bieten (Fig. 1, 7) oder sie erscheinen in Form zweier Körnchen vollkommen getrennt (Fig. 2, 4, 5 *a*).

Gelegentlich kamen auch drei Körnchen von ungleicher Grösse zur Beobachtung, die dann meist in einem kreisrunden hellen Hof gelegen erschienen und so ein echtes Mikrocentrum bildeten.

Dieser scheibenförmige, helle Hof war in der Minderzahl der Fälle scharf begrenzt. Was die Lage dieser Körnchen anlangt, so rechtfertigte dieselbe durchaus nicht immer die Bezeichnung des Korns oder der Körnchen als Centralkörper. Möglicherweise lässt sich dieser Umstand jedoch durch Lageveränderungen des Zellkerns bei Schrumpfung des Protoplasmaleibes erklären. Die Zellen besitzen nämlich zarte, aber ungemein scharf hervortretende, isolirbare Membranen (Fig. 1, *M*), innerhalb welcher der Zellleib regelmässig theilweise losgelöst und geschrumpft liegt. Bei dieser durch die Reagenswirkung hervorgerufenen Entspannung des Protoplasmakörpers kann es wohl zu Verschiebungen im Lageverhältniss zwischen dem Zellkern und den besprochenen Körnchen kommen. Dafür spricht der Umstand, dass in vielen

---

[1] Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues der rothen Blutkörperchen beim Hühnerembryo. Arch. für mikr. Anat. Bd. 46, S. 414, 1895.

Zellen das Korn in einer Einbuchtung des Kernes oder in der Bucht zwischen zwei benachbarten Kernhälften gelegen erscheint (Fig. 6, 7) oder wenigstens, bei excentrischer Lage des Kernes, eine Art Gegenstellung zum Kern in der grösseren Protoplasmamasse einnimmt (Fig. 4).

Das Vorkommen solcher, für die Centralkörper verschiedener Zellen als typisch beschriebener Lagerungen lässt auch für die beschriebenen Körnchen die Deutung als Centralkörper gerechtfertigt erscheinen, umsomehr, als sie mit wenigen Ausnahmen die einzige ausgezeichnete Partie im vollkommen homogenen Zellkörper darstellen.

Diese Ausnahmen betreffen Fälle, wo man im Rande der Zellen ein ähnliches, röthlich gefärbtes Körnchen gelegen findet. Beobachtungen an eben getheilten Zellen, welche noch innerhalb der Membran der Mutterzelle in ihrer Theilungsebene eine zunächst beiden Zellen gemeinsame Scheidewand erzeugen, in welcher dann oft mit grosser Deutlichkeit Flemmings Zwischenkörper gesehen werden kann (Fig. 4), lassen es wahrscheinlich erscheinen, dass jenes zweite, randständige Korn, wo es zur Beobachtung gelangt, einen Rest dieses Zwischenkörpers darstellt.

Eine besondere Beschreibung erfordert der in Fig. 3 dargestellte Befund. Der Kern dieser Zelle erschien tiefgelappt, so dass beim Senken des Tubus drei dicht aneinander gelagerte Kernstücke zu sehen waren. In dem grössten derselben fand sich frei zwischen den Maschen des Chromatinnetzes ein kugeliger Körper *(P)* gelagert, der sich im Gegensatz zu den intensiv mit Haemalaun gefärbten Chromosomen leuchtend roth mit Eosin gefärbt hatte, also als Plasmosom der Autoren zu deuten war. Das Protoplasma war vollkommen homogen bis auf zwei kleine, ovoide Körnchen, die dicht am Kern, gegenüber einer Bucht desselben gelegen erschienen, ohne eine nachweisbare Beziehung zum Kern zu besitzen.

Diese Körnchen erschienen jedoch ebenso intensiv mit Haemalaun gefärbt, wie die Chromosomen des Kernes und waren durch eine in Eosin färbbare Masse wie zwei Hantelkugeln verbunden, ausserdem strahlten noch von jedem Korn zwei Zacken der rothgefärbten Substanz aus.

Dieses ganze Gebilde müsste man nach Analogie mit den Befunden an anderen Zellen als Centralkörper auffassen, und zwar als eine Art der von M. Heidenhain beschriebenen Centrodesmose. Nach ihrem färberischen Verhalten müsste man diese Körner anderseits als Derivate des Zellkerns auffassen, so dass sich hier die Frage ergiebt, ob nicht auch die Centralkörper der übrigen Zellen ursprünglich Bestandtheile des Kernes waren, die nach ihrem Übertritt ins Protoplasma durch secundäre Veränderungen ihre Färbbarkeit geändert haben.

Ich kann diese Frage an meinen Präparaten nicht entscheiden, musste sie aber aufwerfen, weil ich das Vorkommen solcher in Haemalaun färbbarer Körnchen an Stelle der oben beschriebenen Centrosomen wiederholt nachweisen konnte (Fig. 5, 6).

Davon wohl zu unterscheiden sind jene ebenfalls vorkommenden Fälle, wo ein anscheinend frei neben dem Kern gelegenes, intensiv mit Haemalaun gefärbtes Korn bei genauer Betrachtung mit starker Vergrösserung noch deutlich als zum Kerngerüst gehörig erkannt wird. Wie erwähnt, kann die dünne Kernmembran oft blasenförmig abgehoben erscheinen und mit ihr ein einzelnes Chromosom, so dass man bei oberflächlicher Betrachtung, wenn man die zarte, achromatische Verbindung übersieht, leicht in den Irrthum verfallen könnte, dieses vom Kern abgerückte Korn für einen Centralkörper zu halten (Fig. 5, *a*).

Der zweite Fall betrifft die Ganglienzellen in den Schädelganglien von *Petromyzon Planeri:*

Der Schädel des 15·5 *cm* langen Thieres wurde zu anderen Zwecken in toto in Pikrinsäuresublimat fixirt und in eine Celloidin-Querschnittserie zerlegt.

An den mit Haemalauneosin doppelt gefärbten Schnitten haben die Körper der Ganglienzellen, welche sehr wechselnde Grössen aufweisen, einen dunkelblaugrauen Ton angenommen. Am intensivsten gefärbt erscheinen die grossen, kugeligen Nucleolen, jedoch mit einem Stich ins Röthliche. Ihre Grösse nimmt mit der Grösse der Zellen zu und lassen sie in den grössten Zellen regelmässig einen centralen, kreisrunden hellen Fleck erkennen, vielleicht der Ausdruck einer Vacuole (Fig. 8, 10, 13, 14).

In manchen Kernen werden zwei Nucleolen angetroffen (Fig. 11).

Das Protoplasma des Zellleibes erscheint ungemein gleichmässig und fein gekörnt, bei schwächeren Vergrösserungen wie homogen, und ist daher die Beobachtung von irgend welchen Besonderheiten in demselben sehr erleichtert.

Dieses gleichmässige Protoplasma zeigt nun in der Mehrzahl der Zellen eine ausgezeichnete Stelle, welche im Einzelnen grosse Mannigfaltigkeit aufweist, ganz allgemein jedoch in jener Hälfte des Protoplasmas gelegen erscheint, in welcher der Kern nicht liegt. Da letzterer meistens excentrisch gelagert ist, bildet jene ausgezeichnete Partie eine Art von Gegengewicht im Protoplasma gegenüber dem Kern.

Wie die Befunde und Angaben anderer Autoren für andere Objecte bewiesen, liegt in diesem Lageverhältniss zwischen Kern und Centralkörper eine bemerkenswerthe Gesetzmässigkeit vor, die auch schon wiederholt theoretisch erörtert worden ist.

Was nun im Einzelnen das Aussehen dieser ausgezeichneten Partie im Protoplasma anlangt, so sind die Befunde an den Ganglienzellen sehr verschieden.

Zunächst fielen mir in Zellen des *Acusticofacialis*-Gebietes Bildungen im Protoplasma auf, welche einfach eine umschriebene dichtere Partie im Protoplasma darzustellen schienen, die sich durch deutlich röthliche Färbung von der graublauen Umgebung abhoben (Fig. 8, 9).

Sie scheinen nackt im Protoplasma zu liegen und besitzen die Gestalt gedrungener Stäbchen, rundlicher oder eckiger Klümpchen, die mitunter auch ein zackiges oder unregelmässig sternförmiges Aussehen besitzen können. In manchen Zellen sah ich auch zwei solcher Gebilde dicht nebeneinander gelegen, wobei sie dann gewöhnlich von ungleicher Form und Grösse waren. Bald treten diese Körper ungemein scharf contourirt hervor, und sind sie von beträchtlicher Grösse ($4 \cdot 8 \times 3 \cdot 2$ μ), dann kann man sie wieder nur bei aufmerksamster Beobachtung wahrnehmen.

Während ich sie in einzelnen Ganglienzellhaufen leicht fast in jeder Zelle auffand, gelang dieser Nachweis an anderen Stellen nur in einzelnen Zellen.

In manchen Zellen erscheinen diese Protoplasmakörper von einem ziemlich scharf begrenzten hellen Hof umgeben (Fig. 10, 11), oder aber sie lassen selbst hellere, centrale Partien erkennen (Fig. 13).

In dem in Fig. 12 abgebildeten Falle fand sich dicht am randständigen Kern ein bisquitförmiger heller Hof, dessen Längsaxe mit der des abgehenden Nervenfortsatzes zusammenfiel und dessen eines Centrum von einem, dessen anderes von zwei ungleich grossen, röthlich gefärbten Kügelchen eingenommen wurde, welche durch ihre Kleinheit von den früher besprochenen unregelmässigen Klümpchen verschieden waren.

Endlich fanden sich Zellen, in denen neben den dichten, unregelmässigen Portoplasmaklümpchen, diesen dicht anliegend, helle, kugelige Sphären mit centralem Korn gesehen werden konnten (Fig. 14, 15). Es scheint sich in diesen Fällen um das typische Vorhandensein von Centrosom, Sphäre und Archoplasma zu handeln und dürften auch die früher besprochenen Fälle nur solche sein, in denen durch Lagerung und Schnittrichtung einer dieser Theile nicht deutlich wahrgenommen werden konnte.

Eine anderweitige Protoplasmastructur war nicht zu beobachten, daher fehlte auch jegliche Andeutung einer Centrirung des Protoplasmas in Bezug auf die beschriebenen Gebilde. Deutlich trat jedoch in einzelnen Fällen eine Abplattung des Kernes an der dem Centralgebilde zugewandten Seite auf (Fig. 8, 9, 13).

Auffällig war auch, dass in einzelnen Zellen die als Archoplasma zu bezeichnende dichtere Partie des Protoplasmas die Form eines länglichen, concentrisch mit der Kernoberfläche gekrümmten Stäbchens besass, welches dem Kern dicht, wie eine Kappe angelagert erschien. In der Mehrzahl der Fälle jedoch war die Entfernung zwischen Kern und Centralgebilde eine beträchtliche.

Wie v. Lenhossék mit Recht hervorhebt, ist der Befund von Centralgebilden in Zellen von der hohen physiologischen Dignität der Ganglienzellen von grossem Interesse, da eine mitotische Vermehrung vollentwickelter, functionirender Ganglienzellen kaum mehr anzunehmen ist.

Die fraglichen Gebilde können aber dennoch eine Rolle spielen, und zwar bei der Kerntheilung, woran nach dem häufigen Befunde zweikerniger Ganglienzellen, wie ich solche auch gelegentlich bei *Petromyzon* fand, jedesfalls gedacht werden muss.

In den kleinsten Ganglienzellen, die kaum die Grösse eines rothen Blutkörperchens überschreiten, konnte ich bei *Petromyzon* die beschriebenen Gebilde niemals wahrnehmen.

Als gelegentliche Bemerkung sei noch angeführt, dass viele Zellen ihre bindegewebige Kapsel so vollständig ausfüllten, dass von einem pericellularen Spaltraum, dessen Vorhandensein v. Lenhossék für die Ernährung der Zelle als nothwendig erachtet, keine Spur wahrzunehmen war (Fig. 14). In anderen Fällen zeigen die Zellen innerhalb ihrer Neuralscheiden mannigfache Grade der Schrumpfung (Fig. 10, 15), so dass die Auffassung Flemmings[1], ein pericellularer Spaltraum sei stets Kunstproduct, nicht unberechtigt erscheint.

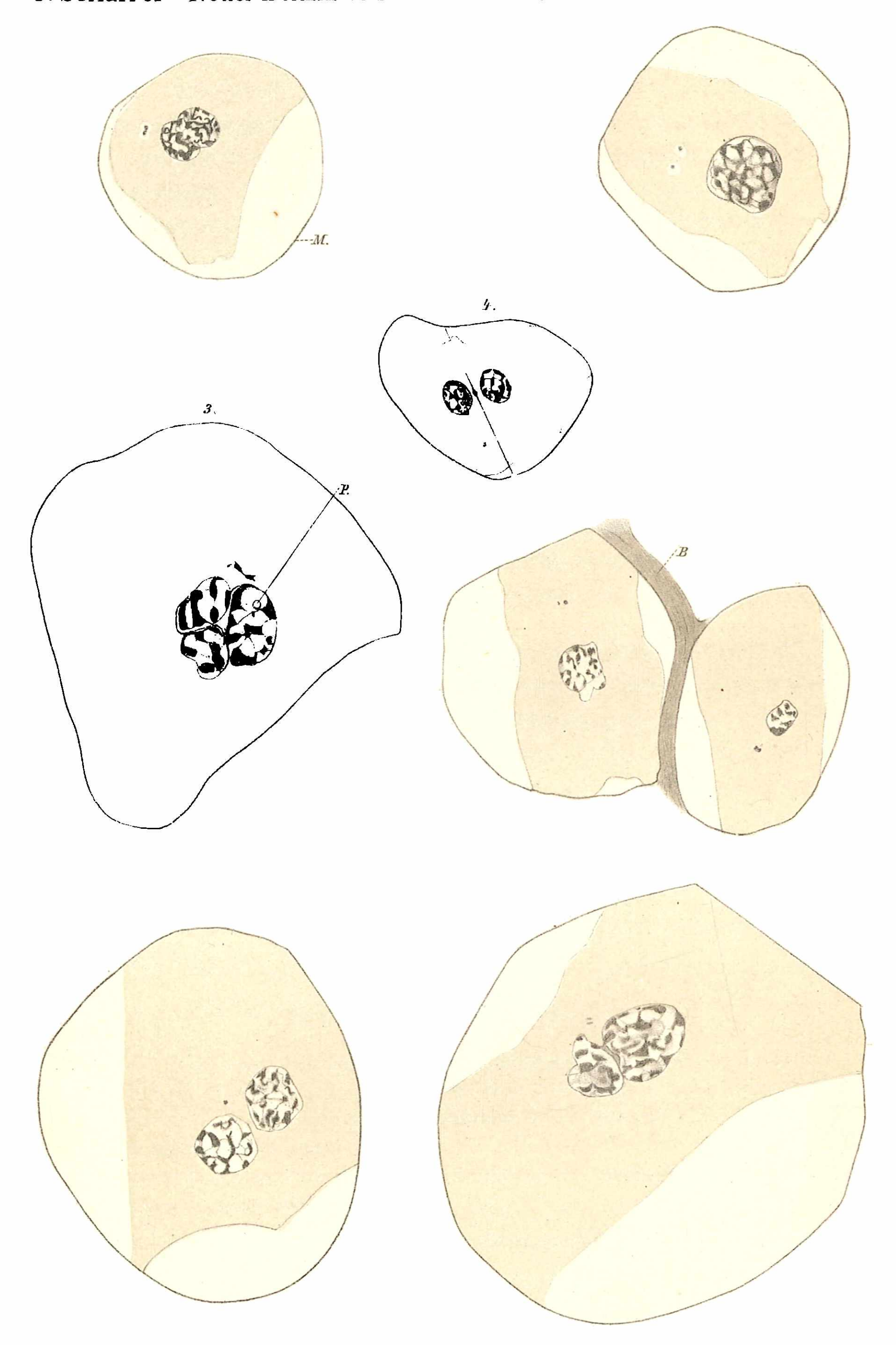
Die vorliegende Mittheilung konnte nichts wesentlich Neues über die Frage der Centralkörper bringen, da es sich nur um gelegentliche Beobachtungen handelte. Sie weist jedoch auf ein Material hin, welches für weitere Fortschritte in dieser Frage sehr günstig zu sein scheint, so dass von einer Bearbeitung desselben mittelst zweckmässiger Methoden manches Neue zu erwarten ist. Dies erscheint mir um so wichtiger, als die Bemühungen, in Ganglienzellen von Säugethieren ähnliche Gebilde nachzuweisen, bisher vergebens waren (v. Lenhossék, Flemming).

Erklärung der Figuren.

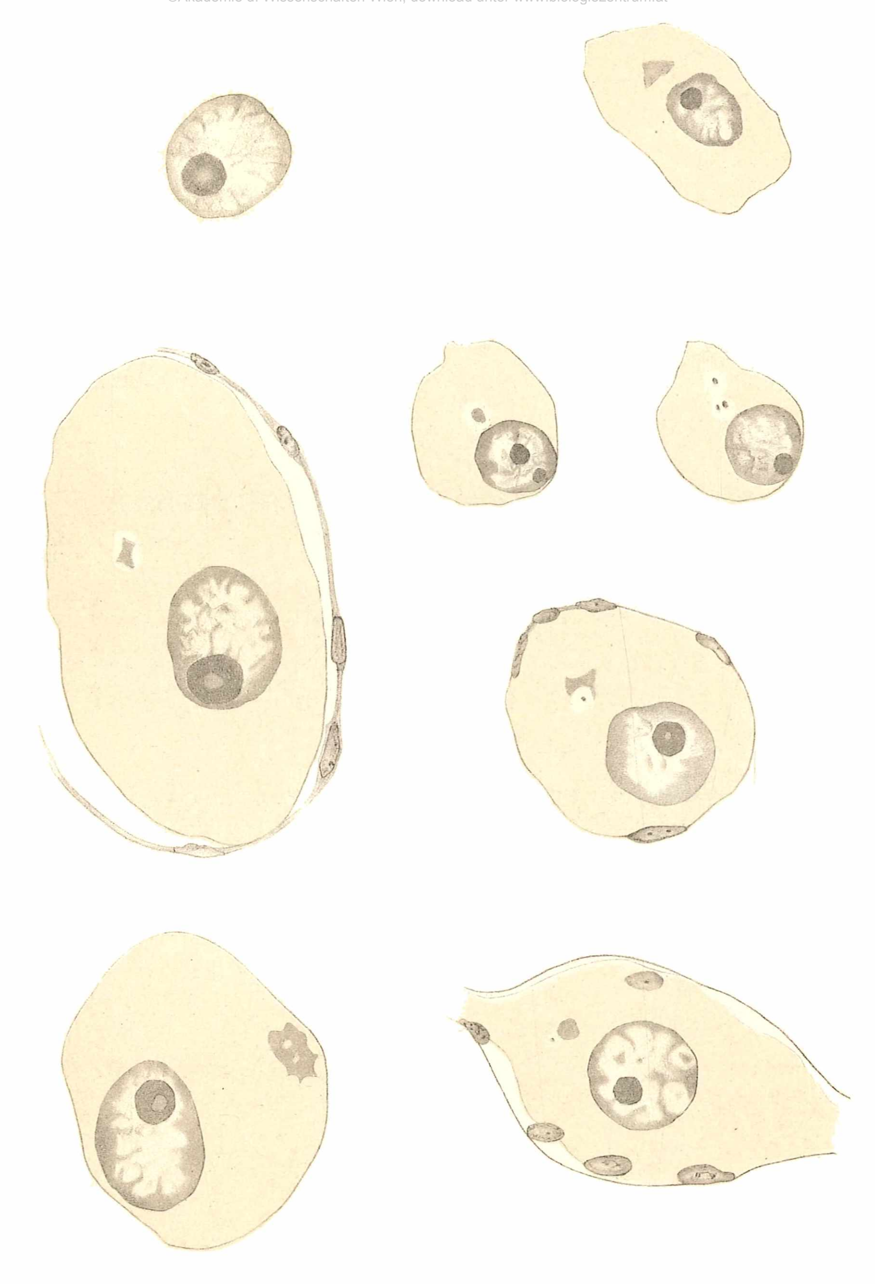
Fig. 1—7. Zellen aus dem Knorpel des Zungenbeinkieles von *Myxine glutinosa*, 1, 2, 4, 5 bei 556facher, 3, 6, 7 bei über 1000facher Vergrösserung mit der Kammer von Oberhäusser angelegt. *M* Zellmembran, *P* Plasmosoma *B* Bindegewebsbalken.

Fig. 8—15. Ganglienzellen aus den Schädelganglien von *Petromyzon Planeri*. Vergrösserung 1080fach.

[1] Über den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugethieren etc. Arch. für mikr. Anat. Bd. 46, 1895, S. 387.



Autor del.



Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien.